Los libros de texto de física: Preconcepciones, Paradigmas y Sublenguaje

José Luis, Michinel Machado *
y Antonio José, D'Alessandro Martínez **
*Escuela de Física y Matemática
Facultad de Ciencias
Universidad Central de Venezuela
Caracas-Venezuela

**Cátedra de Fisiología
Escuela de Medicina Luis Razetti
Facultad de Medicina
Universidad Central de Venezuela
Caracas-Venezuela

Resumen

En este trabajo se estudian diversas preconcepciones existentes sobre los conceptos de energía, trabajo y calor existentes en libros universitarios de Física General usados mundialmente y en libros utilizados en la tercera etapa de la Educación Básica Venezolana (7mo y 9no grado). Se utiliza la técnica de análisis de contenidos y el análisis histórico de la evolución de dichos conceptos en el marco de la Historia de la Física. Se determina que aún cuando han cambiado los paradigmas científicos, persiste el lenguaje asociado a los viejos paradigmas por lo cual se hace necesario construir un nuevo lenguaje, simple pero coherente con los paradigmas actuales. En este trabajo comenzamos la discusión de este nuevo lenguaje en el área de la energía, el trabajo y el calor.

Palabras claves: Textos de Física, Preconcepciones, Paradigmas, Sublenguaje, Análisis de Contenido, Historia de la Física.

" Cuan sencillo es el razonamiento si el lenguaje mismo lo es"

ETIENNE BONNOT DE CONDILLAC

Introducción

" Energía es la potencia que una cosa tiene para hacer trabajo"

"... es posible transferir energía entre un sistema y su entorno, de dos maneras: una es trabajo realizado por (o sobre) el sistema, este modo de intercambio conduce a cambios mensurables en las variables macroscópicas del sistema, como la presión y el volumen de gas; la otra es la transferencia de calor, la cual se lleva a cabo a nivel microscópico y se manifiesta por cambios en la temperatura ..."

"...los efectos de realizar trabajo mecánico sobre un sistema y los de agregar calor directamente, como con una llama, son equivalentes. Es decir, tanto el calor como el trabajo son forma de energía..."

Es frecuente encontrar, en libros de texto y en diferentes tipos de comunicaciones, académicas o no, frases como las reseñadas anteriormente (la primera la escribió J.C. Maxwell a M. Faraday y aparece en una carta elaborada en 1857 (Touger, 1991), la segunda y tercera aparecen en el libro de R. Serway reseñado en la tabla 1) en los párrafos anteriores; en ellas se hallan definiciones que coinciden con las que frecuentememte nos dan nuestros estudiantes en los cursos de Física, sean estos básicos o avanzados. Son parágrafos donde aparecen enunciaciones que generan preconcepciones (concepciones precientíficas), en el caso de los estudiantes, o que están relacionados con el manejo de "paradigmas" aparentemente superados o que implican en si mismos contradicciones como en el caso de los autores de texto o artículos científicos, para explicar algunos fenómenos físicos.

Si tomamos en cuenta el "rol" que juegan los libros de texto en cualquier "ciencia normal" (Kuhn,1970), como el medio de difusión, por excelencia, de los paradigmas vigentes, para preparar al estudiante con el fin de "comprometerlo" con una determinada comunidad científica con la cual desarrollará, posteriormente, su actividad, y si no olvidamos, como lo señalamos en otro trabajo (Michinel & D´Alessandro, 1993), que el libro de texto tiene un doble efecto en el estudiante: el que se produce por la lectura directa y el que le consigna el profesor, que es el usuario del texto, durante la enseñanza en clase; y si se concibe, además, al aprendizaje como una ciencia en construcción de conocimientos (Ausubel, 1981, Ausubel, Novak & Hanesian, 1980, Gil, 1991), que parte necesariamente del conocimiento

previo que tienen los alumnos y que reconoce en ellos la existencia de preconcepciones (aceptando a estas como interpretaciones de los fenómenos físicos que son hechas por el individuo a partir del uso "de evidencias de sentido común" (Gil, 1991), entendiendo al "sentido comun" como un sistema de razonamiento que consiste en: a) establecer conclusiones a partir de observaciones eminentemente cualitativas y no controladas, b) extrapolar sus "evidencias", aceptandólas acríticamente (Piaget, 1969, Gil 1991), c) oposición al proceso científico de construir el conocimiento ya que el sentido común está caracterizado por la certidumbre (ausencia de dudas), por la carencia tanto del pensamiento divergente como de soluciones alternativas, por el abordaje de situaciones puntuales sin hacer uso del razonamiento inductivo-deductivo, y no procesa información obtenida a través de la experimentación controlada todo lo cual conduce en la mayoría de los casos, a falsas concepciones de los fenómenos. Se entiende así la importancia primordial que en el proceso de escolarización tienen los libros de texto y otros materiales escritos para superar o reforzar las preconcepciones adquiridas por el estudiante en el proceso de socialización.

Es a partir de la premisa anterior que nos planteamos como propósito, en nuestro último trabajo (Michinel & D'Alessandro 1994), el diagnosticar en libros de texto de Física utilizados a nivel de educación media y básica universitaria la presencia de preconcepciones acerca de algunos conceptos como energía, calor y trabajo y otros relacionados con ellos.. Estos son conceptos claves en Física, involucrados en polémicas históricas (que en algunos casos no han sido resueltas) en la Ciencia en general y en la Física en particular; que hoy constituyen las bases para explicar diversos fenómenos de la naturaleza.

Metodología

En vista de que esta investigación es una indagación documental en la que se analiza el discurso de una serie de autores, se utilizó la Técnica de Análisis de Contenido (Ander-Egg, 1980), que es un método de investigación para el estudio objetivo, sistemático y cuantitativo del contenido manifiesto de las comunicaciones, en la cual se efectúa una recopilación de datos que permite obtener información y/o tendencias contenidas en ellas, con el propósito de estudiar ideas, significados, temas o frases, y no las palabras o estilos con las que estas se expresan. La descripción detallada de la técnica no es pertinente en este momento ya que ahora solo nos interesa analizar las implicaciones de los resultados obtenidos en relación con la existencia de paradigmas en la ciencia, la generación de un lenguaje coherente con esos paradigmas, y su influencia en el mantenimiento de preconcepciones típicas observadas en los estudiantes. Así mismo se realizó un análisis histórico del desarrollo del concepto de energía y otros que le son afines con el fin de complementar

la discusión de resultados.

En la tabla I se presenta el universo de libros sobre los cuales se hizo el estudio, ellos comprenden libros de texto de 7º y 9º grado de la Escuela Básica y libros de nivel básico universitarios.

Tabla 1 : Libros Revisados

Universitarios

Resnick Robert and Halliday David, Physics (Part I), John Wiley & Sons, second printing, 1960.

Resnick Robert y Halliday David, Física (Part 1), Continental, 1983.

Sears Francis and Zemansky Mark, University Physics (Part I) (Mechanics, Heat and Sound), Addison-Wesley, third edition,1963.

Sears Francis y Zamansky Mark, Física, Aguilar, 1971

Alonso Marcelo and Finn Edward, Fundamental University Physics (Volume 1- Mechanics), Addison Wesley, 1967.

Alonso Marcelo and Finn Edward, Physics (Volume I- Mechanics) Addison Wesley Iberoamericana, 1986.

Tipler Paul, Physics, Worth Publishers, 1976.

Tipler Paul, Física (Volume 1), Reverté, 1985.

Serway Raymond, Física, Interamericana, 1985.

Noveno grado (Escuela Básica):

Breijo Benigno y Zabala Alfredo, Física 9, Monfort.

Brett C. Ely y Suárez Willliam A, Física. 9 Grado-Escue la Básica, 1ra edición, Eneva, 1987, Caracas, Venezuela.

Camero D. Facundo y Crespo L. Arturo, Física. 9 Grado Escuela Básica, Caracas,Venezuela.

García G. Hipólito, Física Básica 9 Grado Eneva, Caracas,Venezuela.

Mendiola Esteban, Física de 9 Grado de Educación Básica 1ra edición, Biosfera, Caracas, Venezuela.

Requena O. José M, Física. Teoría 9 Grado - Educación Básica, Romor.

Rodríguez G. Jesús y Reyes Manuel, Física 9 Grado Tercera Etapa- Educación Básica, CO-BO, Caracas,Venezuela.

Sánchez Enoc, Física, 9 grado, CO-BO, Serie Ohm, Caracas,Venezuela, 1988.

Tabla 1 (continuación)

Séptimo grado (Escuela Básica):

Caballero P. Andrés y Ramos P. Froilán A., Estudios de la Naturaleza (Teoría y Práctica), 7mo grado, 2da edición, Logos.

Cenicero Justo y Alvarez René, Estudio de la Naturaleza. 7 grado. Escuela Básica. Editorial Larense, C.A., 1987.

Feliú Zomaira de, Tineo Amelia y González Reinaldo, Estudio de la Naturaleza. 7 grado, CO-BO,1989.

Fernández Fenando, Estudio de la Naturaleza.7 grado Eneva y Logos, 1988.

Guenni Vitali, Proverbio Fulgencio y Martín Reinaldo, Estudio de la Naturaleza 7mo. grado, Educación Básica, Teduca y Santillana, 1989.

Higuera de Ch. Mery, Sarabia José, Mora de S. Josefa, Estudio de la Naturaleza, 7 grado Educación Básica, Edibas.

Hoyos Jesús F. y Camacaro Juan, Estudio de la Naturaleza 7 grado, Eneva, 1991.

Mazparrote Serafín y Millán Justo, Estudio de la Naturaleza 7 grado de Educación Básica, Biosfera.

Ruiz Alvaro, Estudio de la Naturaleza. 7 grado Triángulo, Caracas,Venezuela, 1988

Resultados y Discusión

Se detectaron interpretaciones que están relacionadas con:

1) Deficiencias del autor en el conocimiento de las teorías físicas vigentes, 2) Concepciones previas típicas y 3) La existencia de un sublenguaje tradicional asociado con paradigmas ya superados. En esta última influye en forma determinante, por un lado la permanencia de la concepción mecanicista de energía (por ejemplo, la energía es la capacidad para hacer trabajo) y por el otro la teoría del calórico. La persistencia de tal sublenguaje, creemos que se debe a que abrevia y/o simplifica en algunos casos, la explicación de ciertos fenómenos físicos. Tal abreviación o simplificación, aunque puede tener utilidad didáctica, refuerza a las preconcepciones.

Nos interesa destacar aquí el tercer tipo de concepción diagnosticada en los libros de texto, usados en Educación Básica, Media y niveles iniciales de la Universidad. Nuestra inclinación está motivada por las posibles e interesantes implicaciones en los aspectos didácticos, de aprendizaje, físicos, filosóficos, linguísticos, de lo que se dice y como se

dice (los paradigmas y el lenguaje) en textos, revistas, folletos, guías de estudio, clases, etc.

Creemos que este tipo de concepción diagnosticada, no es exclusiva de los fenómenos relacionados con la energía, sino por el contrario aparece reflejado en otros campos de la Física, como por ejemplo: lo que se dice acerca de la corriente eléctrica o el manejo del término fuerza como "la tendencia de un cuerpo a pasar de un lugar a otro" (Touger, 1991).

En las tablas 2, 3 y 4 se presenta un resumen de las acepciones y características principales que los libros revisados expresan acerca de los conceptos de energía, trabajo y calor.

Tabla 2: Características del concepto Energía expresadas por los libros de texto.

Energía:
Es la capacidad para hacer trabajo.
Es una magnitud física que se presenta en diversas formas.
Involucrada en los procesos de cambio de estado (fundamentalmente mecánicos y en algunos textos se considera que deben ser exclusivamente mecánicos).
Puede ser o no una función de estado.
Se tansforma.
Se transmite
Se conserva

Tabla 3: Características del concepto de Trabajo expresadas por los libros de texto

Trabajo:
Es un proceso para transformar, transmitir o intercanbiar la energía.
Es una forma de energía.
Su magnitud se expresa en las mismas unidades que la energía
Involucrado en fenómenos fundamentalmente mecánicos y en algunos libros de textos se señala que exclusivamente mecánicos
Algunos expresan la idea de su posesión por los cuerpos

Tabla 4: Características del concepto de Calor expresadas por los libros de texto.

Calor:
Es un proceso para transferir la energía.
Es una forma de energía.
Es poseído por los cuerpos.
Se presenta cuando existe una diferencia de temperatura entre sistemas.
Su magnitud se expresa en las mismas unidades que la energía.

En la tabla V se presenta un resumen de las características principales que deben tener, a la luz de los paradigmas vigentes, los conceptos de energía, trabajo y calor.

La comparación de lo expresado por los autores en las tablas 2, 3 y 4 con lo señalado en la tabla 5 nos lleva a las siguientes interrogantes: ¿Será que las concepciones paradigmáticas acerca de esos conceptos no son realmente paradigmas? ¿Será que los autores consideran que la visión limitadamente mecanicista de la energía y la teoría del calórico son los paradigmas que explican los fenómenos involucrados con esos conceptos? Será que los autores consideran que calor y trabajo son al

Tabla 5: Características de los conceptos de Energía, Trabajo y Calor a la luz de paradigmas vigentes

Energía :

Es una magnitud física que se presenta en diversas formas
Involucrada en los procesos de cambio de estado (mecánico o no)
Es una función de Estado.
Se transforma
Se transmite.
Depende del sistema de referencia.
Se conserva (en un sistema de referencia fijo)
Está asociada a un "sujeto" (onda o partícula - masiva o no-) para su transmisión o intercanbio.

Trabajo:

Es un proceso para transformar, transmitir o intercanbiar la energía.
No es una función de estado.
No es una forma de energía.
No se conserva.
Su magnitud se expresa en las mismas unidades que la energía.
Involucrados en fenómenos mecánicos o no.
No lo poseen los cuerpos.

Calor:

Es un proceso para transferir la energía.
Se presenta solo cuando existe una diferencia de temperatura entre sistemas multiparticulados interactuantes.
No es una función de estado.
No es una forma de energía.
No se conserva.
Su magnitud expresa en las mismas unidades que la energía.
Involucrado en fenómenos mecánicos o no.
No lo poseen los cuerpos.

mismo tiempo formas de energía y formas de transferir o intercambiar la energía?.

La repuesta a estas cuestiones pareciera ser negativa. Los autores (por lo menos los que escriben los libros a nivel universitario) tienen una visión amplia de la energía y su conservación y consideran a la teoría cinética molecular como el paradigma que explica los fenómenos térmicos.

Así mismo cuando se hace un análisis histórico del desarrollo de los conceptos de energía, calor y trabajo se encuentran que: no obstante, haber transcurrido casi dos siglos de los experimentos de Benjamín Thompson (Conde Rumford, 1807), del establecimiento de la Ley general de la conservación de la energía por Mayer, Helmholtz y Joule (1842- 1847) y del desarrollo de la teoría cinética de los gases, entre otros, por Clausius, Maxwell, Kronig y Boltzmann (en la segunda mitad del siglo pasado), gran cantidad de artículos científicos y libros de texto de diferentes niveles de la enseñanza aún están orientados con términos y concepciones proveniente de la teoría del calórico. La persistencia de estas ideas tiene diversas causas. Una de ellas tiene su origen en la histórica polémica onda vs partícula, energía vs fuerza, interacción a distancia vs interacción partícula-partícula, como modelos válidos para interpretar los fenómenos físicos y que, evidentemente, no está resuelta. Además, existen razones inherentes al concepto de energía relacionadas con la polémica entre la metateoría idealista del energetismo (Boltzmann, 1986) : "la energía y no la materia es la sustancia del mundo físico" desarrollada por Ostwald, Mach y Duhem (1902) y los mecanicistas. Esta filosofía y la forma como fue abordada esta polémica han influido negativamente en la formalización del concepto de energía y en el propio desarrollo de dicho concepto. Es decir, que desde el propio origen de tales conceptos hay una influencia que frena el desarrollo de los mismo e impide su coherencia con los paradigmas actuales. El concepto de energía nace limitado por la concepción mecanicista, al derivarse, como ya lo hemos señalado (Michinel & D'Alessandro, 1994) del concepto de fuerza viva o vis viva, el término trabajo se origina limitado al trabajo externo, el de calor a las concepciones que se tenían antes de la interpretación de los experimentos de Thompson y ambas condenadas, a nuestro modo de ver, por una interpretación incorrecta de la primera ley termodinámica (E = W+Q). Dicha interpretación considera al trabajo W y al calor Q como formas de energía y no como los posibles procesos para que se produzca la variación de energía **¡Error!Marcador no definido.**E; la ecuación señalada no indica que W+Q es la energía sino que W y Q generan un cambio en la energía.

La introducción, por parte de Joseph Black (1728 - 1799) de términos y frases tales como: caloría, capacidad calórica, calor latente, calor de fusión, el calor ni se crea ni se destruye, reflejan el desarrollo de un sublenguaje consistente con el paradigma aceptado (el calórico) en su época para explicar los fenómenos térmicos. Mientras que, el experimento de Rumford, la postulación de la ley

general de la conservación de la energía y el desarrollo de la teoría cinética de los gases no generaron un lenguaje propio para el nuevo paradigma (la teoría cinética molecular) y por el contrario se preserva el sublenguaje anterior y se crean, además, otros consecuentes como el "viejo" paradigma, como por ejemplo los términos "equivalente mecánico del calor" y "mecanismos de propagación del calor".

Algo semejante sucede con los términos energía y trabajo; la concepción mecanicista de la energía se continúa utilizando en los libros de texto, la definición "popular" y "académica" (energía es la capacidad para hacer trabajo, o en los términos de James Maxwell (Touger, 1991) "Energía es la potencia que una cosa tiene para hacer trabajo") del término así lo confirma. El punto de vista de Huygens (1629-1695), que tiene sus bases en la conservación del "vis viva" como precursor de la energía está aún manteniendo la visión limitadamente mecanicista y parcelada de la energía.

El lenguaje utilizado por la Física o sublenguaje de la Física tiene una influencia determinante sobre los autores de los texto, ya que ellos deben presentar la interpretación de los fenómenos científicos en base a determinados paradigmas, haciendo uso de un sublenguaje que le es propio. En este particular se constata la presencia de un sublenguaje característico de teorías no vigentes (el mecanicismo de la energía y la teoría del calórico) como medio de expresar los paradigmas vigentes, resultando una evidente contradicción.

Pareciera ser, como ya se señaló, que esta limitación en la producción de un lenguaje adecuado y coherente con el cuerpo de teorías (paradigmas) que consensualmente son aceptadas, por la comunidad científica, como las adecuadas para explicar determinados fenómenos en la naturaleza, no es exclusiva de los fenómenos relacionados con la energía, sino que aparece reflejada en otros campos de la Física.

La confusión que se tiene con la idea de lo que es calor y lo que es trabajo es impresionante: ¿son formas de energia o son procesos para el cambio de ella o las dos cosas? ¿qué son realmente? ¿Qué representan en la primera ley de la termodinámica (E = Q+W) Q y W? Si son energías, ¿porqué no las poseen los cuerpos en un determinado estado? ¿o es que los cuerpos las poseen? Esta es una muestra de las interrogantes que se nos han presentado en la revisión que se ha realizado. Imaginemos, entonces, la postura de un estudiante que se enfrente a tal situación.

Se considera al calórico como un paradigma superado y en algunos de los textos analizados se señala explícitamente, pero se continúa utilizando algunos términos que son característicos de esta teoría, por ejemplo: capacidad calórica, flujo de calor, calor latente, calor escondido, cantidad de calor, calor específico, calor de fusión, calor de vaporización, calor de condensación, flujo calorífico, corriente calorífica, etc.

Lo señalado hasta ahora nos lleva a coincidir con Jerold Touger (Touger, 1991) cuando expresa :

"Lo que es evidente en todo esto es

que, inmediatamente después de Newton, los conceptos en mecánica clásica se mantenían en continuo cambio, así como el lenguaje asociado con esos conceptos. Ahora bién, el cuerpo de la mecánica newtoniana que

Tabla 6
Relaciones entre sublenguaje paradigmático y no paradigmático

Término	Símbolos, especificaciones equivalentes	Sublenguaje no paradigmático	Sublenguaje paradigmático	Justificación teórica
Energía	E	Energía es la capacidad para hacer trabajo	Definición paradigmática señalada con anterioridad en el trabajo	$\Delta E=W+Q$
Calor	Q	Flujo de energía $\Delta E/\Delta t$	Proceso de transferencia de energía debido a una diferencia de temperatura	$\Delta E=W+Q$
Flujo de calor	Corriente calorífica $Q/\Delta t$	Flujo de calor o tasa de transferencia de calor	No debemos referirnos a flujo de calor, sino a tasa de transferencia de energía debido a la diferencia de temperatura	$\Delta E/\Delta t=W/\Delta t+Q/\Delta t$
Mecanismo de propagación del calor	Conducción Convención Radiación	Mecanismo de propagación del calor	Mecanismos de transferencia de la energía térmica	$\Delta E/\Delta t=W/\Delta t+Q/\Delta t$
Calor absorbido Calor cedido Calor suministrado Calor sustraído	QA QC QSM QST	El calor puede estar contenido en los cuerpos	El calor no está contenido en los cuerpos, porque no es una función de estado. Nos debemos referir a aumento o disminución de la energía	El calor depende del proceso que siga un sistema para ir de un estado a otro
Energía calórica	Q	El calor es una forma de energía	El calor no es energía, es un mecanismo para transferir la energía	$\Delta E=W+Q$
Energía térmica	Calor o energía calórica	Calor	La energía térmica es aquella parte de la energía interna de un sistema que depende exclusivamente de la temperatura	Por ejemplo, en un gas ideal: $\langle E\rangle_{térmica}=3KT/2$
Energía interna	Energía térmica	La energía interna es siempre de carácter térmico	La energía interna sólo algunas veces es de carácter térmico	$\langle E_{interna}\rangle=\Sigma Ec+Ep_{config}$
Calentar	Calor	Proporcionar calor	Aumentar la temperatura	El calor no puede ser proporcionado porque no puede ser poseído

actualmente se enseña a los estudiantes y el lenguaje en el cual está inmersa, el cual tendemos a considerar que existe en un estado estacionario coherente y autoconsistente, puede que sólo se presente en tal estado para los físicos experimentados o profesores de Física los cuales han desarrollado sofisticadas habilidades de filtración e interpretación. ¿Cómo los conceptos y el lenguaje se presentan a nuestros estudiantes? Y si se presentan a ellos de diferente manera que a nosotros, ¿qué están aprendiendo ellos que posteriormente se les olvida? ¿Lo que están decodificando los estudiantes del lenguaje de los profesores y libros de texto es diferente a lo que nosotros creemos que ellos decodifican..."

Lo señalado por Touger reafirma lo que hemos encontrado en los libros analizados: una laguna o deficiencia en la construcción de un lenguaje que sea consistente con lo que queremos enseñar. No es suficiente generar toda una tecnología educativa para enseñar mejor, no basta con diseñar estrategias para producir el cambio conceptual, es insuficiente, por decir lo menos, el utilizar el conocimiento que se ha generado en los últimos tiempos acerca del procesamiento de la información para optimizar el proceso de aprendizaje, si no se construye un lenguaje consistente con el cuerpo de teorías vigentes de la ciencia.

El estudio del tipo de preconcepción, relacionada con un sublenguaje asociado con paradigmas ya superados, al cual hemos hecho alusión es tal vez el más importante, porque es un factor de generación de los otros tipos de preconcepciones (Michinel & D'Alessandro, 1994). Un ejemplo de ello es la resistencia al cambio del concepto generalizado: "la energía es la capacidad para hacer trabajo", a pesar de las profundas críticas que se le han hecho.

Todo lo dicho hasta ahora obliga a que es necesario construir un nuevo sublenguaje que permita la sustitución del actual, que sea sencillo y coherente con los paradigmas científicos vigentes.

La importancia de las concepciones alternativas de los alumnos y la necesidad de orientar el aprendizaje como un cambio conceptual, puede basarse en la existencia de un cierto homomorfismo entre el aprendizaje (es decir, la construcción del conocimiento por los alumnos a partir -y, en muchas ocasiones, en contra- de sus preconcepciones) y la investigación (es decir la construcción del conocimiento por la comunidad científica a partir -y, en muchas ocasiones, en contra del paradigma vigente) (Gil, 1991). Asimismo, el aprendizaje significativo de las ciencias constituye una actividad racional semejante a la investigación científica y sus resultados - el cambio conceptual- puede contemplarse como el equivalente a un cambio de paradigma. El aprendizaje y la contrucción del conocimiento son también homomórficos (Michinel, D'Alessandro, Ortega, 1992) en la manera jerárquica como se organizan los conceptos e ideas. Esto debe reflejar, también, una organización en la manera como se imparten los contenidos (bajo un proceso activo de relación, diferenciación y reconciliación integradora con los conceptos pertinentes

que ya existan) y en la forma como se elaboran los materiales de apoyo (Libros de texto y otros) (Hurtado, Müller, Sebastiá, D'Alessandro, 1994). Sin embargo, esta visión constructivista no es ingenua en el sentido de considerar que el estudiante siempre esté en capacidad, de manera autónoma, de elaborar cualquier tipo de conceptos y, a partir de estos, su conocimiento de la naturaleza. Creemos que muchos conceptos relacionados con paradigmas de la ciencia pueden ser difícilmente desarrollados por el estudiante sin la ayuda de expertos. Los procesos que han estado involucrados, y la cantidad y complejidad de las argumentaciones que están vinculadas con esos paradigmas nos conducen a mostrarnos escépticos ante tal posibilidad. Sin embargo, creemos que el uso de la historia de la ciencia en la enseñanza de la Física (Castro & Pessoa, 1991) ayudaría a generar una actitud crítica tanto de los estudiantes como de los profesores que contribuiría a construir y a optimizar ese nuevo sublenguaje acorde con los paradigmas vigentes cuya elaboración estamos proponiendo. Finalmente podemos concluir señalando que el nuevo sublenguaje a construir lejos de profundizar preconcepciones en los estudiantes debe estimular un proceso de razonamiento para explicar los fenómenos naturales que se asemeje a los utilizados en la ciencia y que permita o sea un medio para el cambio conceptual.

Referencias

Ander-Egg, E. (1980). Técnicas de investigación Social. El Cid Editor. Buenos Aires.

Ausubel, D. (1978). Educational Psychology: A Cognitive View. Holt, Rinehart & Winston. USA.

Ausubel D., Novak J., Hanesian H. (1980). Psicología Educacional. Interamericana. Río de Janeiro.

Boltzmann L. (1986). Escritos de Mecánica y Termodinámica. Ed. Alianza Editorial. Madrid.

Castro, R., Pessoa de Carvalho, A. (1991). La historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de Física en secundaria: un ejemplo en calor y temperatura. II Conferencia Interamericana sobre Educación en Física. Universidad Simón Bolívar. Venezuela.

Gil Pérez D. (1991). Enseñanza de las ciencias. En: Enseñanza de las ciencias y las matemáticas. Tendencias e innovaciones, Publicado por la organización de Estados Iberoamericanos para la educación, la ciencia y la cultura - programa IBERCIMA). Popular. Madrid.

Hurtado, M., Müller, G., Sebastiá, J., D'Alessandro Martínez, A. (1994), Revista Brasileira de Ensino de Física, 16, nos 1- 4, 120-128.

Kuhn,Th.S. (1970). The structure of Scientific Revolution, 2da edición. The University of Chicago Press. USA.

Michinel, J.L., D'Alessandro Martínez A., Ortega H. (1992). Energía y Sistemas: Conceptos relevantes en un programa para aprender Física dirigido a estudiantes de Ciencias de la Salud, Revista Brasileira de Ensino de Física, 14, no. 1, 9-15.

Michinel, J.L., D'Alessandro Martínez, A. (1993). Concepciones no formales de la energía en textos de Física para la Escuela Básica, Revista de Pedagogía, 33, 41-59.

Michinel, J.L., D'Alessandro Martínez, A. (1994). El concepto de energía en los libros de textos: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo Sublenguaje. Enseñanza de las ciencias, 12, no. 3, 369-380.

Piaget, J. (1969). Psicología y Pedagogía. Ariel. Barcelona, España.

Touger, J.S. (1991). When words fails us. The Physics Teacher, 33, 90-95.